

APLIKASI METODE NUMERIK DALAM PERHITUNGAN LUAS DAN VOLUME BADAN KAPAL YANG BERADA DI BAWAH PERMUKAAN AIR LAUT.

Eko Julianto Sasono

Program Diploma III Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

ABSTRACT

This research studied about application of numeric metode to calculate area and volume of ship under water. The numeric methode used in this research are trapezium and simpson methode as comparesion. Correction value condition must be less than 0.5 %. As the results, simpson methode is better than trapezium with correction value for midship area and volume displacement less than 0.5 %..

Key words : trapezium methode, simpson methode.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Setiap perhitungan mempunyai tujuan, tetapi perlu kita perhatikan bahwa maksud dari perhitungan adalah pengkhayatan masalah, bukan hanya bilangan, dan untuk itu setidaknya harus diperoleh bilangan yang tepat. Selanjutnya, dalam melakukan perhitungan sebaiknya dipilih proses perhitungan atau algoritma yang efisien, yaitu yang juga memerlukan waktu perhitungan yang sependek mungkin. Dengan demikian, tujuan penghitungan adalah memperoleh pengkhayatan masalah secara tepat dan dalam waktu yang sesingkat-singkatnya.

Metode numerik menggunakan bilangan untuk menirukan proses matematika, yang selanjutnya menirukan keadaan yang sebenarnya. Selain daripada itu, setiap analisa diharapkan dapat menghasilkan bilangan, yang diperlukan dalam perancangan teknik ataupun pengkhayatan masalah. Sasaran akhir dari analisa yang dilakukan dalam metode numerik adalah diperolehnya metode yang terbaik untuk memperoleh jawaban yang berguna dari persoalan matematika dan untuk menarik informasi yang berguna dari berbagai jawaban yang dapat diperoleh yang tidak dinyatakan dalam bentuk yang mudah.

Metode numerik berperan sangat besar dalam membantu menyelesaikan berbagai

permasalahan dalam bidang teknik, diantaranya dalam menghitung luas dan volume suatu bidang. Pada kesempatan kali ini, kita akan membahas penggunaan metode numerik pada perhitungan luas dan volume badan kapal yang tercelup oleh air laut. Sebagai persyaratan, hasil yang diperoleh harus mempunyai nilai koreksi sebesar $< 0.5\%$ terhadap nilai yang diperoleh dari perhitungan secara eksak. Metode yang digunakan dalam penyelesaian yaitu metode trapesium dan metode simpson. Dengan menggunakan kedua metode tersebut diharapkan diperoleh suatu pendekatan jawaban yang nilainya mendekati nilai hasil perhitungan eksak. Hasil yang diperoleh dari kedua persamaan tersebut, memiliki nilai yang berbeda. Dilakukan suatu perbandingan dari hasil yang diperoleh kedua metode tersebut terhadap hasil yang diperoleh dari perhitungan eksak. Dari perbandingan kedua metode tersebut, kita dapat melihat metode mana yang menghasilkan nilai koreksi paling kecil, dan memenuhi syarat yaitu $< 0.5\%$ dari nilai perhitungan secara eksak. Dengan begitu kita dapat mengetahui metode mana, antara metode trapesium dan metode simpson, yang merupakan metode terbaik untuk digunakan dalam perhitungan luas dan volume kapal yang tercelup air laut. Dengan menggunakan metode numerik dalam menghitung luas dan volume badan kapal yang tercelup air laut, diharapkan perhitungan dapat lebih efisien. Apalagi dengan adanya komputasi, diharapkan perhitungan bisa lebih

mudah dan cepat dengan hasil yang masih memenuhi syarat yang ditetapkan.

B. Permasalahan

Permasalahan yang timbul adalah bagaimana cara mengaplikasikan metode numerik untuk menghitung luas dan volume suatu badan kapal. Metode numerik yang digunakan adalah metode trapesium dan metode simpson, dimana keduanya mempunyai metode penyelesaian yang berbeda.

C. Tujuan

Tujuan pembahasan permasalahan adalah untuk mengetahui metode yang terbaik antara metode trapesium dan metode simpson, dalam menghitung luas dan volume badan kapal yang tercelup air laut, dan sebagai syarat batas nilai koreksi dari kedua metode tersebut $< 0.5\%$ (kurang dari 0.5%) dari hasil yang diperoleh secara eksak (dengan menggunakan alat Planimeter).

TINJAUAN TEORITIK

A. Perhitungan Eksak

Untuk Perhitungan luas secara eksak, dilakukan dengan alat yang bernama Planimeter. Planimeter digunakan secara manual, dilakukan dengan mengukur tiap *station* pada *body plan*.

Sedangkan untuk menghitung *Volume Displacement* secara eksak, dilakukan dengan menggunakan rumus:

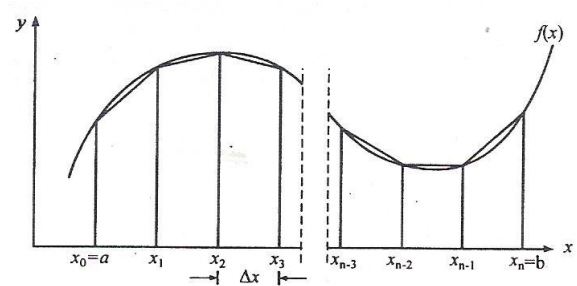
$$Vd = Lpp \times B \times T \times Cb \text{ (m}^3\text{)}$$

Dimana nilai-nilai Lpp, B, T dan Cb diperoleh dari data-data awal kapal.

Formulasi numerik dilakukan dengan menggunakan metode trapesium dan metode simpson.

B. Metode Trapezium

Metode trapesium adalah metode yang paling sederhana dan sebenarnya untuk menghitung luas suatu trapesium yaitu segi empat dimana sisi-sisi yang berhadapannya sejajar.



Gambar 1 Fungsi parabola pada metode Trapezium.

Dari teori metode trapesium, untuk menghitung luas badan kapal yang tercelup air laut dilakukan dengan menghitung luas tiap *station* pada *body plan*. Perhitungan luas dengan metode trapesium dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan :

$$I = \frac{\Delta x}{2} \left[f(a) + f(b) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) \right]$$

Dari $\left[f(a) + f(b) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) \right]$ dimana $f(a)$ merupakan nilai y pada titik awal ordinat, $f(b)$ adalah nilai y pada titik terakhir ordinat tersebut dan $f(x_i)$ merupakan nilai y pada titik diantara a dan b . Diperoleh suatu faktor trapesium (FT) yaitu

$$FT = 1_a; 2_{x1}; 2_{x2}; \dots 2_{(n-1)x}; 1_{xn=b}$$

Pada metode trapezium nilai $y = f(x)$, untuk *station-station* pada *body plan* (*body plan* metode trapesium) diperoleh dengan mengukur jarak dari garis tengah sampai bagian tepi kapal. Untuk *station-station* selain *station AP* dan 0.25, nilai $y = f(x)$, diperoleh dengan mengukur jarak tiap-tiap WL (*Waterline*) pada *station* tersebut. Nilai-nilai *waterline* untuk tiap *station* dapat dilihat pada Lampiran (data-data kapal). Sedangkan untuk *station AP* dan 0.25, dibuat pias baru dan nilai y diperoleh dengan mengukur jarak pias-pias tersebut dari garis tengah kapal ke bagian tepi kapal.

Jika $\left[f(a) + f(b) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) \right]$ diganti dengan Σ , maka luas kurva dari tiap *station* pada *body plan*, dapat dihitung dengan rumus :

$$I = \frac{\Delta x}{2} \Sigma$$

Dimana $\Delta x = h$, maka

$$I = \frac{1}{2} \times h \times \Sigma$$

Sehingga diperoleh rumus untuk menghitung luas tiap *station* yaitu :

$$A = 2 \times I ,$$

Dimana I (luas kurva) merupakan luas setengah *station*, maka :

$$A = 2 \times \frac{1}{2} \times h \times \Sigma \text{ (m}^2\text{)}$$

Untuk memeriksa ketelitian, dilakukan perhitungan nilai koreksi. Untuk menghitung nilai koreksi perhitungan luas, diambil luas *midship* (ordinat 5) dan dilakukan dengan menghitung rumus berikut :

$$\text{Koreksi } A_m = \frac{A_m \text{ Eksak} - A_m \text{ Perhit.}}{A_m \text{ Eksak}} \times 100\%$$

Dan untuk menghitung *volume displacement* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$Vd = \frac{1}{2} \times \Sigma \times \frac{Lpp}{10} \text{ (m}^3\text{)}$$

Dimana $\frac{Lpp}{10} = \Delta x$, dan nilai $y = f(x)$ pada

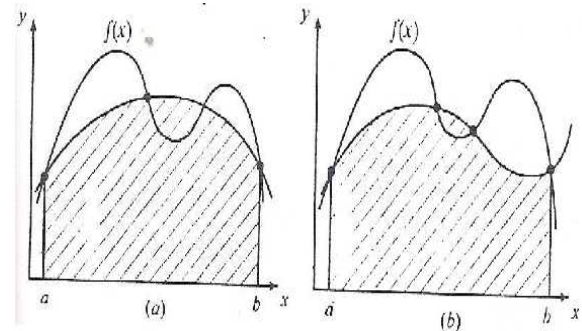
Σ merupakan nilai luas tiap-tiap *station*. Nilai Koreksi VD metode trapesium dihitung dengan rumus :

$$\text{Koreksi } Vd = \frac{Vd \text{ Eksak} - Vd \text{ Perhit.}}{Vd \text{ Eksak}} \times 100\%$$

C. Metode Simpson

Disamping menggunakan metode trapesium dengan integral yang lebih kecil, cara lain untuk mendapatkan perkiraan dengan ketelitian yang lebih teliti adalah menggunakan polynomial order lebih tinggi untuk menghubungkan titik-titik data. Misalnya apabila terdapat satu titik tambahan diantara $f(a)$ dan $f(b)$, maka ketiga titik dapat

dihubungkan dengan fungsi parabola (Gambar 1 a). Apabila terdapat dua titik tambahan dengan jarak yang sama antara $f(a)$ dan $f(b)$ maka keempat titik tersebut dapat dihubungkan dengan polynomial order tiga (Gambar 1 b). Rumus yang dihasilkan oleh integral di bawah polynomial tersebut dikenal dengan metode (aturan) Simpson.



Gambar 2 Fungsi parabola pada metode Simpson.

Seperti halnya metode Trapesium, metode simpson juga mempunyai faktor simpson (FS). Pada metode simpson, nilai $y = f(x)$, untuk *station-station* pada *body plan* (body plan metode simpson) diperoleh dengan mengukur jarak dari garis tengah sampai bagian tepi kapal. Untuk *station-station* selain *station AP* dan 0.25, nilai $y = f(x)$, diperoleh dengan mengukur jarak tiap-tiap WL (*Waterline*) pada *station* tersebut. Sedangkan untuk *station AP* dan 0.25, dibuat pias baru dan nilai y diperoleh dengan mengukur jarak pias-pias tersebut dari garis tengah kapal ke bagian tepi kapal.

Untuk menghitung luas tiap *station* dengan metode simpson digunakan rumus :

$$A_{AP} = 2 \times \frac{1}{3} \times h \times \Sigma \text{ (m}^2\text{)}$$

Dimana pada perhitungan Σ dilakukan seperti halnya metode trapesium, hanya saja menggunakan faktor simpson.

Nilai koreksi perhitungan luas dapat dihitung dengan rumus seperti halnya pada metode trapesium.

Dimana nilai luas yang digunakan adalah luas *midship* (luas ordinat 5). Untuk menghitung *Volume displacement* dengan metode simpson dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Vd = \frac{1}{3} \times \Sigma \times \frac{Lpp}{10} \text{ (m}^3\text{)}$$

Dengan perhitungan nilai koreksi sama seperti halnya pada metode trapesium.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

A. Hasil Pengukuran Secara Eksak.

Hasil yang diperoleh dari pengukuran dengan Planimeter adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Data Hasil Pengukuran Planimeter

No Ordinat	Luas Station
AP	3.5
0.25	11.5
0.5	19.75
0.75	30.9
1	42.1
1.5	63.55
2	81.4
2.5	94.75
3	103.2
4	108.3
5	108.445
6	108.445
7	107.5
7.5	103.45
8	94.45
8.5	78.75
9	56
9.25	42.5
9.5	28.15

9.75	13.5
FP	0

Dari hasil pengukuran Planimeter diperoleh nilai-nilai luas dari tiap station. Dan luas *Midship* (luas *station 5*) dari hasil pengukuran dengan Planimeter diperoleh nilai 108,445 m². Nilai luas *Midship* (luas *station 5*) ini digunakan sebagai acuan dalam menghitung nilai koreksi.

Volume badan kapal yang tercelup air laut, dapat diukur dengan menggunakan rumus :

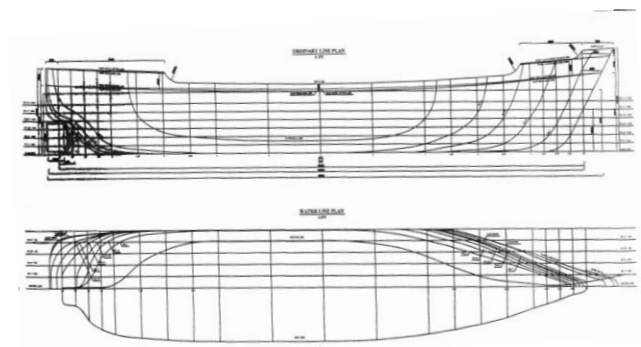
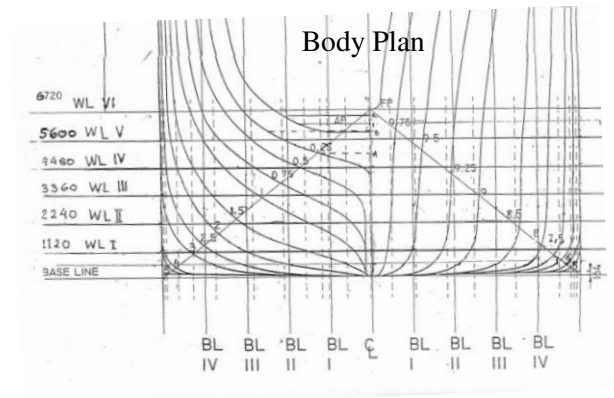
$$Vd = Lpp \times B \times T \times Cb \text{ (m}^3\text{)}$$

Dimana dari data-data kapal diperoleh:

- LPP : 102,04 m
- B : 16,4 m
- T : 6,72 m
- Cb : 0,74

Sehingga diperoleh :

$$Vd = 8321.762 \text{ m}^3$$



B. Hasil Pengukuran Metode Trapesium.

Hasil yang diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan metode trapesium adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Data Hasil Pengukuran Metode Trapesium

No Ordinat	LUAS	FT	Hasil
AP	4.245	0.25	1.1
0.25	22.064	0.5	11.0
0.5	27.149	0.5	13.6
0.75	41.194	0.75	30.9
1	61.376	1	61.4
1.5	77.358	1	77.4
2	84.650	1.5	127.0
2,5	92.579	2	185.2
3	97.731	2	195.5
4	100.800	2	201.6
5	104.384	2	208.8
6	100.5984	2	201.2
7	97.1152	2	145.7
8	93.0048	1.5	93.0
8.5	85.1536	1	85.2
9	72.2512	1	54.2
9.25	52.0128	0.75	26.0
9.5	39.5024	0.5	19.8
9.75	23.8896	0.5	6.0
FP	10.282	0.25	2.5705
		$\Sigma =$	1746.77

*FT : Faktor Trapesium

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode trapesium diperoleh nilai luas *midship* (luas *station* 5) sebesar 104.384 m² dan *Volume Displacement* adalah sebesar 8912.021 m³.

Dari hasil perhitungan dengan metode trapesium diperoleh nilai koreksi adalah sebagai berikut :

1. Nilai koreksi Luas *midship* sebesar 3.745 % > 0,5% (tidak memenuhi syarat).
2. Nilai koreksi Vd sebesar 6.623 % > 0,5% (tidak memenuhi syarat).

C. Hasil Pengukuran Metode Simpson.

Dari perhitungan dengan menggunakan metode simpson diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 3 Data Hasil Pengukuran Metode Simpson

No Ordinat	LUAS	FS	Hasil
AP	2.830	0.25	0.7
0.25	21.280	1	21.3
0.5	27.433	0.5	13.7
0.75	42.022	1	42.0
1	62.869	0.75	47.2
1.5	79.572	2	159.1
2	86.128	1	86.1
2.5	94.603	2	189.2
3	100.143	1.5	150.2
4	103.787	4	415.1
5	107.968	2	215.9
6	103.5178667	4	414.1
7	100.016	1.5	150.0
7.5	95.73013333	2	191.5
8	87.57653333	1	87.6
8.5	74.15146667	2	148.3
9	53.37173333	0.75	40.0
9.25	40.0512	1	40.1
9.5	24.38613333	0.5	12.2
9.75	10.38613333	1	10.4
FP	0	0.25	0.0
		$\Sigma =$	2434.7

*FS : Faktor Simpson.

Dari perhitungan dengan menggunakan metode simpson diperoleh nilai nilai luas

midship (luas *station* 5) sebesar 107.968 m²
Volume Displacement sebesar 8281.388 m³.

Nilai koreksi untuk metode simpson adalah sebagai berikut :

1. Nilai koreksi Luas *midship* sebesar 0.439 % < 0,5% (memenuhi syarat).
2. Nilai koreksi *Vd* sebesar 0.488 % < 0,5% (memenuhi syarat).

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan eksak diperoleh nilai A_m sebesar 108,445 m² dan nilai *Vd* sebesar 8321,762 m³. Untuk hasil perhitungan dengan metode trapesium, diperoleh nilai koreksi A_m sebesar 3.744 % dan nilai koreksi *Vd* sebesar 6.486 %, dimana keduanya bernilai > 0.5%, sehingga tidak memenuhi syarat. Sedangkan untuk hasil metode simpson, diperoleh nilai koreksi sebesar A_m sebesar 0.4396 % dan nilai koreksi *Vd* sebesar 0.488 %. Untuk hasil dari pengukuran dengan metode simpson, nilai koreksi untuk A_m dan *Vd* kurang dari 0.5% sehingga memenuhi syarat. Jadi dari perhitungan diatas, dapat diambil kesimpulan metode simpson lebih baik dari metode metode trapesium.

B. Saran

Sebaiknya dalam menggunakan metode trapesium maupun simpson, menggunakan jumlah pias yang banyak. Semakin banyak pias, maka nilainya semakin baik (nilai korekasinya semakin kecil). Dan untuk perhitungan selanjutnya sebaiknya menggunakan metode simpson, karena dari perhitungan di atas metode simpson memberikan hasil dengan pendekatan yang baik (nilai koreksinya cukup kecil atau memenuhi syarat).

DAFTAR PUSTAKA

1. Triatmodjo, Bambang, 2002, ***"METODE NUMERIK Dilengkapi Dengan Program Komputer"***, Beta Offset, Yogyakarta
2. Djojodihardjo, Harijono, 1983, ***"METODA NUMERIK"***, Erlangga, Jakarta.
3. R. Soegeng, 1993, ***"KOMPUTASI NUMERIK DENGAN TURBO PASCAL"***, ANDI OFFSET, Yogyakarta
4. P. Andrianto, ***"Perkapalan"***, Majalah Ilmiah Populer, No.02/TH-1/1982, Fakultas Teknik Perkapalan ITS, Surabaya